

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-117252

(43)Date of publication of application : 10.05.1989

(51)Int.Cl.

H01J 31/50

(21)Application number : 62-274863

(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

(22)Date of filing : 30.10.1987

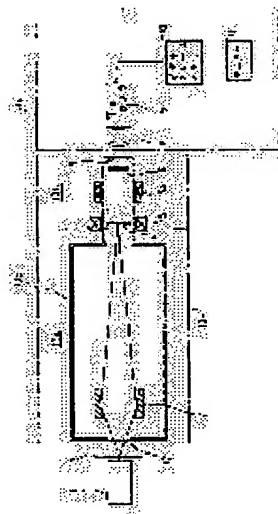
(72)Inventor : OSUGA SHINJI
SUGIYAMA MASARU
HAYAKAWA TAKESHI
KINOSHITA KATSUYUKI

(54) X-RAY IMAGE OBSERVATION DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable observing the enlarge image of an object without any need of film development and enlargement by fixing a photoelectric conversion film to a support film so thinned as not to hinder the permeation of an X-ray and observing a converted enlarged image as a visible image.

CONSTITUTION: An X-ray from an X-ray tube permeates a specimen 13 and is imaged on the conversion film of a photoelectric conversion part 4 via enlarged reflection with an incidence reflecting mirror 2. The converted electron is enlarged and accelerated by electromagnetic coils 5 and 5a at the outside of a vacuum vessel 13c and doubled with a micro channel plate MCP 6, thereby forming a visible image on a fluorescent screen 7. This enlarged image generates a visible image on a monitor 11 via a TV camera 9. Also, the conversion film of the conversion part 4 is a thin Au film and fixed to a support film so thinned as not to hinder the permeation of the X-ray. According to the observation of an enlarged image as a visible image as aforementioned, it is unnecessary to process a film for development and enlargement. And the enlarged image of an object can be observed and the change thereof with the passage of time can also be observed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-117252

⑪ Int.Cl.⁴
H 01 J 31/50

識別記号 庁内整理番号
A-6722-5C

⑬ 公開 平成1年(1989)5月10日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 X線像観察装置

⑮ 特 願 昭62-274863

⑯ 出 願 昭62(1987)10月30日

⑰ 発 明 者 大 須 賀 慎 二 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会
社内
⑱ 発 明 者 杉 山 優 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会
社内
⑲ 発 明 者 早 川 毅 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会
社内
⑳ 発 明 者 木 下 勝 之 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会
社内
㉑ 出 願 人 浜松ホトニクス株式会 静岡県浜松市市野町1126番地の1
社
㉒ 代 理 人 弁理士 長谷川 芳樹 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

X線像観察装置

2. 特許請求の範囲

真空容器と；

この真空容器の観察窓から入射されたX線を所定の位置に結像させるX線結像手段と；

前記X線の結像位置で前記真空容器に固定して設けられた支持膜と；

この支持膜に付着形成された光電変換膜と；

この光電変換膜からの電子を所定の位置に結像する電子結像手段とを備え、

前記支持膜は前記X線の透過を妨げない程度に薄くなっていることを特徴とするX線像観察装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はX線像拡大観察装置に関し、特に詳細

には、光電変換膜をその中に備えた真空容器を有するX線像拡大観察装置に関する。

〔従来技術〕

従来、X線像拡大観察装置では、その拡大された像を観察するため、拡大されてきたX線像をX線フィルム上に投影し、そのX線フィルムを現像することにより拡大像を観察していた。また、特に微弱なX線像を観察するためにはX線の減衰を防止するため真空容器内で拡大、観察する必要がある。その為、X線フィルムは真空容器内に固定された状態で拡大像を撮影し、その後、真空容器を破壊して取り出し、現像することにより、拡大像を観察していた。

また、X線フィルムを使用せず、シンチレータを用いてX線像を電子像に変換して、その電子像を蛍光面に写し出すことにより、像を観察する装置が、例えば特開昭59-101134号公報に開示されている。

更にまた、測定物を真空容器のX線入射窓上に固定し、その対向面で真空容器の内面にX線-電

子変換膜を付着し、測定物を透過したX線をX線—電子変換膜により電子に変換し、その電子像をフィルムに撮影する方法も知られている。

〔発明の解決すべき問題点〕

上記X線フィルムを使用する方法では、拡大像を観察するためにはX線フィルムを現像しなければならない。この為、観察すべき物体の時間的变化を観察することができず、またこのX線フィルムを現像するためには真空容器を破壊し取り出さなければならなかった。更に、この様なX線フィルムを使用する方法では、X線フィルムに照射されたX線の量とそのフィルムの黒化度との関係の再現性が悪く、更に、そのX線の量と黒化度との直性が悪いことにより、正確な拡大像を観察出来なかった。また、人間がその拡大像を目視するためには、その現像したX線フィルムを拡大したり、顕微鏡で観察しなければならない。拡大像の観察に複雑な手順が掛かっていた。

一方、上記公報に開示されるシンチレータを使用する装置では、真空容器内でX線像を拡大して

いないため、微細なX線像を観察することが出来ず、更に、顕微鏡として使用できるほど拡大することも出来ない。

更に、真空容器のX線入射窓の内面にX線—電子変換膜を付着させる方法では、大気圧と真空容器内の圧力差による破壊を防止するため、このX線入射窓の厚さを一定以上にしなければならない。そのため、入射窓部においてX線が吸収され、減衰することによって、鮮明な像を得ることが難しかった。

そこで、本発明は上記問題点を解決し、被観察物の時間的变化を連続的に観察でき、かつ、X線を利用して拡大率の大きい像を観察することの出来るX線像拡大観察装置を提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明のX線像拡大観察装置は、真空容器と、この真空容器の観察窓から入射されたX線を所定の位置に結像させるX線結像装置と、X線の結像位置で真空容器に固定して設けられた支持膜と、

この支持膜に付着形成された光電変換膜と、この光電変換膜からの電子を所定の位置に結像する電子結像装置とを備え、支持膜はX線の透過を防がない程度に薄くなっていることを特徴とする。

〔作用〕

本発明のX線像拡大観察装置では、光電変換膜をX線の透過を防がない程度に薄い支持膜に固定し真空容器内に配置して、拡大されたX線像を減衰させることなく光電変換し、その変換された像を可視像として観察することにより、フィルム現像、または拡大等の複雑な処理を必要とせず、被観察物の拡大された像の観察を可能とし、また連続的な時間的变化をも観察可能とする。

〔実施例〕

以下添付図面の第1図ないし第5図を参照して、本発明の実施例を説明する。尚、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

第1図は本発明に従うX線像拡大観察装置を組み込んだX線顕微鏡の側面構成図である。図示の

X線顕微鏡は、いわゆるVolter I型と呼ばれる斜入射X線顕微鏡であり、X線管1と、X線管1より照射され、試料3を透過したX線を拡大し、その拡大像を形成する像拡大部13と、拡大された像を観察するための観察系14とより構成されている。

本実施例ではX線管1は、例えば生物試料中で炭素原子と酸素原子のコントラストを得るために23オングストローム～44オングストロームの波長のX線を発生するものを使用した。

観察系14は拡大された像を撮像面上に結像するリレーレンズ8と、その結像された拡大像を撮像するためのTVカメラ9と、そのTVカメラ9からの画像信号をA/D変換し積算処理するビデオフレームメモリ10と、そのビデオフレームメモリ10からの画像信号を可視像としてCRT上に表すモニター11とより構成されている。

像拡大部13はX線拡大部13aと電子ズーミングイメージ部13bとより構成され、それらは真空容器13c内に設ける。その真空容器13c

の前面には試料3を通過したX線をその中に入射するためのX線入射窓12を設けておく。真空容器13c内にはX線の入射方向から順にVolter 1型の斜入射X線反射鏡2、斜入射反射鏡2により結像されたX線を光電変換する光電変換膜4b

(第2図)その上に有する光電変換部4、光電変換膜4bで発生した電子を増倍するマイクロチャンネルプレート(MCP: Micro channel plate)6、MCP6により出射した電子群を入射し可視光像に変換する蛍光面7が設けられている。光電変換部4及びこの光電変換部4とMCP6との間の真空容器13cの外側には光電変換部4で変換された電子群を加速、拡大するための電磁コイル5及び5aで構成した電子レンズを設ける。

第2図に電子ズームングイメージ部13bの拡大構成図を示し、第3図に光電変換部4の断面構造及び斜視図を示す。光電変換部4はX線拡大部13aで拡大されたX線像の結像点に設けられる。この光電変換部4は、図示するように光電変換膜支持体4aと、その中心部に付着された光電変換

膜4bとより構成されている。この光電変換膜4bは支持膜(第2及び3図では図示していない。)上に付着され、その支持膜側から通過したX線を電子に変換してX線の入射側とは反対側に放出する。ここで、この様な光電変換膜としてはAuの薄膜を使用する。支持膜の厚さはX線がその膜により吸収され減衰してしまうのを防止するため、例えば数 μm 程度以下に非常に薄くしておくことが必要である。この光電変換膜支持体4aの周囲には貫通穴4cが形成されている。この貫通穴4cを設けてあるのは、真空容器13c内を真空にする際、一般に真空容器13cの一端部から真空を引くが、真空容器13c内でのX線拡大部13aと電子ズームングイメージ部13bとの間で真空圧力差が生じ、光電変換膜Au及び支持膜が破壊されるのを防止するためである。また、貫通穴4cを設けておけば、蛍光面7を構成する蛍光材料などのガス抜きが不十分であったために、使用中に真空圧差が生じることはまったくない。従って、支持膜をX線が吸収、減衰されない程度

に十分に薄くすることが可能である。

この光電変換部4の後方には光電変換膜4bから出射した、電子を増倍するMCP6が設けられ、このMCP6は2枚重ねマイクロチャンネルプレートを使用する。そのMCP6の後方で、真空容器13cの内側にMCP6より出射した電子像を可視像に変換する蛍光面7が真空容器13cの内側に設けられている。真空容器13cの外側には、光電変換部4の周囲に対応する部分に電磁コイル5が設けられ、光電変換部4とMCP6との間の周囲にも電磁コイル5aが配置されている。

以下、本実施例の像拡大作用について説明する。

X線管1を発したX線は試料3に照射され、その通過X線が真空容器13cのX線入射窓12より入射する。入射したX線は斜入射反射鏡2により反射され、光電変換部4に設けられた光電変換膜4b上にX線像が結像する。光電変換膜4bに入射したX線はこの光電変換膜の光電変換作用により電子に変換され電子ズームングイメージ部13bへ電子を放出する。この変換作用によりX

線像が電子像に変換される。変換された電子は真空容器13cの外側に設けた電磁コイル群より構成される電子レンズにより加速、拡大されてMCP6に入射する。このMCP6に入射した電子はその位置情報を保ったまま増倍され蛍光面7側に放出され蛍光面7に入射される。そして、蛍光面7は入射した電子により可視像形成する。ここで、斜入射反射鏡2の拡大倍率を20倍とし、電子ズームングイメージ部13bの光電変換膜上での分解能を $1\mu\text{m}$ 、電磁群5及び5aで構成される電子レンズ拡大倍率を100倍とすると、試料上での分解能は $1\mu\text{m}/20=50\text{nm}$ となり、また蛍光面7上では、試料上の 50nm が 0.1mm に拡大されることになる。。

更に、蛍光面7上に形成されて拡大像はリレーレンズ8を通してTVカメラ9にその像が捕らえられ、このTVカメラ9で捕らえられた拡大像は電気ビデオ信号に変換されて、ビデオフレームメモリ10に送られる。このビデオフレームメモリ10では、送られてきた電気ビデオ信号をA/D

変換し、一定時間積算する。そして積算された結果をモニター11に送る。このモニター11では、その積算された結果より、可視像を作成する。このTVカメラ9で、蛍光面7上に形成された可視像を撮像することにより、モニター11上では、試料上での50nmも容易に目視することができる。すなわち、リレーレンズ8の倍率を1倍、TVカメラ9の入力面の大きさを10mm×10mmとし、モニター11の画面を20cm×20cmとすると、このX線顕微鏡では全体として、 $20 \times 100 \times 20 = 40000$ 倍の倍率を得ることができる。

またX線像が十分な強度を有している場合には先に説明したようにビデオフレームメモリを用いることなく、TVカメラの一般的な時間分解能である1/30秒毎に1次の画像が得られるので、ほぼリアルタイムのX線像の観察が可能となる。

しかし、X線像が微弱な場合には、先に説明した実施例のようにビデオフレームメモリ11を用いて、電気ビデオ信号をA/D変換し、信号を

基板14を選択的にウエットエッチングすることにより第4(b)図に示すような構造にする。次に、フォトリソストによるマスク17を除去せずに、多結晶Siを選択的に気相エッチングすることにより、第4(c)図に示すように最上部の膜16を残す。これによって、均一な厚さの十分な強度を有する薄い膜16を形成できる。次に第4(d)図に示すように、AuをSi基板14側から先に形成した穴内の所定の位置に蒸着し光電変換膜4bを形成する。このように形成された光電変換膜4b及び支持膜16を光電変換膜支持体4aに固定して光電変換部4とする。そして、このように形成した光電変換部4を真空容器13c内の所定の位置に設置する。

本発明は上記実施例に限定されるものでなく、種々の変形が可能である。

例えば、上記実施例では光電変換膜支持体にX線拡大部と電子ズームイングイメージ部との間の気圧差を保つための貫通穴を設けているが、この様な貫通穴を設けなくても、真空容器13cの両

積算することにより良好な画像を得るようにする必要がある。この場合には、リアルタイムでの拡大像の観察を行うことは出来ないが、連続的な観察は可能となる。

次に第4図を用いて、光電変換膜及び支持膜の形成方法について説明する。

以上説明したように、光電変換膜4bを支持する支持膜は非常に薄くX線の透過を妨げないようにする必要がある。そこで、まず第4(a)図に示すようにSi基板14上に多結晶Si15を、例えばエピタキシャル成長で形成し、更にその上に熱酸化によりSiO₂の熱酸化膜16を形成する。また、この熱酸化膜の代わりに窒化珪素(Si₃N₄)を形成してもよい。この最上部の膜16は光電変換膜4bの支持膜として働くため非常に薄くし、例えば数百オングストロームに形成する。

次に第4(b)図に示すように、Si基板14基面上にフォトリソストを塗布し、その一部を露光し、現像してマスク17を形成したのち、Si

側からX線拡大部側の圧力と電子ズームイングイメージ部側の圧力とを等しく保ちつつ慎重に真空にしていけばよい。

また、光電変換膜及び支持膜の構成を第5図に示すように、ガラス、金属またはSi等の支持体18の貫通穴18aを覆うように例えば数μm程度の窒化珪素(Si₃N₄)の薄膜又は有機薄膜等(ポリレン等)を張り付け、その上にAuの薄膜20を付着させても良い。また上記実施例では光電変換膜にX線を電子に直接変換することの出来るAuの薄膜を使用しているが、このAuの代わりにヨウ化セシウムとアンチモンセシウムとの2層構造体を用いて、X線を間接的に変換してもよい。

更に上記実施例では斜入射X線反射鏡を用いてX線像を拡大しているが、本発明の装置にはX線ゾンプレート又は多層膜X線反射鏡を用いてX線像を拡大してもよい。

また、入射X線強度が十分に高いときはMCPを設けることは必須ではなく、更に蛍光面7の位

置にCCDデバイスを設けて画像情報を得るよう
うにしてもよい。

更にまた、上記実施例では像を拡大する例につ
いて説明したが、等倍、すなわち拡大しない場合
にも本発明は適用できる。

〔発明の効果〕

以上、詳細に説明した通り本発明では上記のよ
うに構成することにより、X線を光電変換して更
に可視像と観察できるので、X線フィルムを現像
拡大すると言ふような複雑な処理を必要とせず
に拡大像を得られ、更に被観察物の拡大像のリ
アルタイムな変化の観察が可能となる。

更に、X線像を拡大したのち電子像に変換し、
更にこの電子像を拡大して可視像とするため、非
常に大きい拡大倍率、例えば数万倍、を得るこ
とができる。

更に、X線像を最終的に電気信号に変換できる
ため、光電変換膜より放出された光電子に相当す
る電気信号を積算することにより、非常に微弱な
X線像であっても、鮮明にその拡大像を得ること

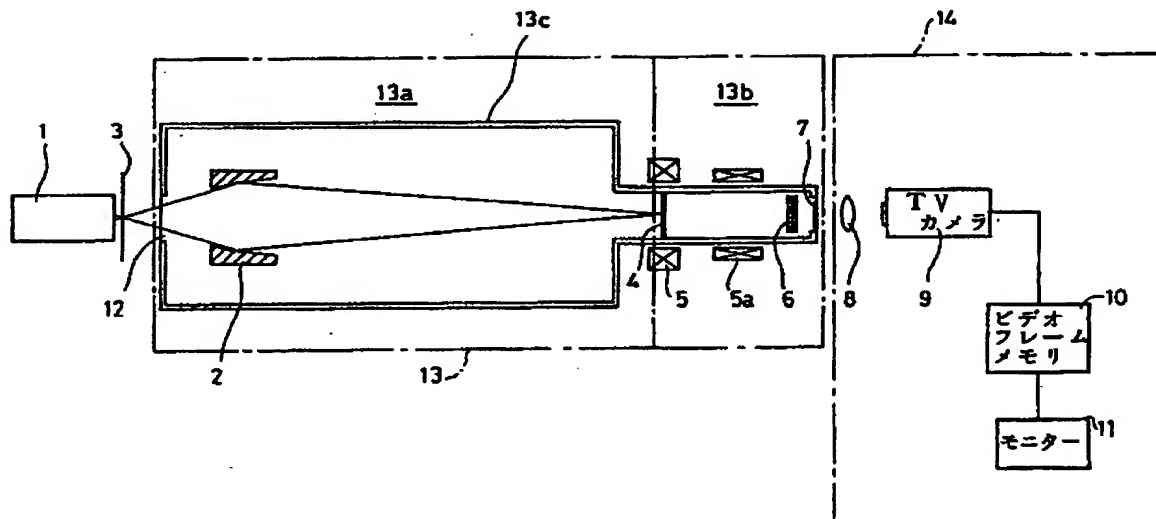
ができる。

4. 図面の簡単な説明

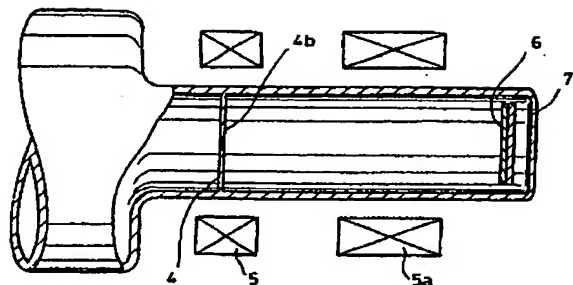
第1図は本発明に従う実施例の側面構成図、第
2図は第1図に示す電子ズーミングイメージ部の
拡大側面図、第3図は本発明に従う光電変換部の
断面及び斜視図、第4図は本発明の実施例の光電
変換膜及び支持膜の形成工程図、第5図は本発明
の光電変換部の別の実施例の断面構成図である。

1…X線管、2…斜入射反射鏡、3…試料、
4…光電変換部、6…MCP、7…蛍光面、
12…X線入射窓、4a…支持体、4b…光電変
換膜、16…支持膜。

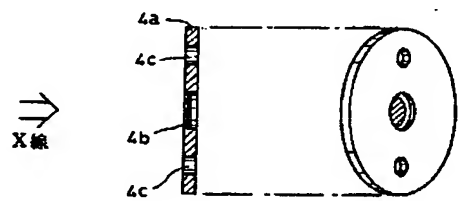
特許出願人 浜松ホトニクス株式会社
代理人弁理士 長谷川 芳 樹
同 寺 崎 史 朗



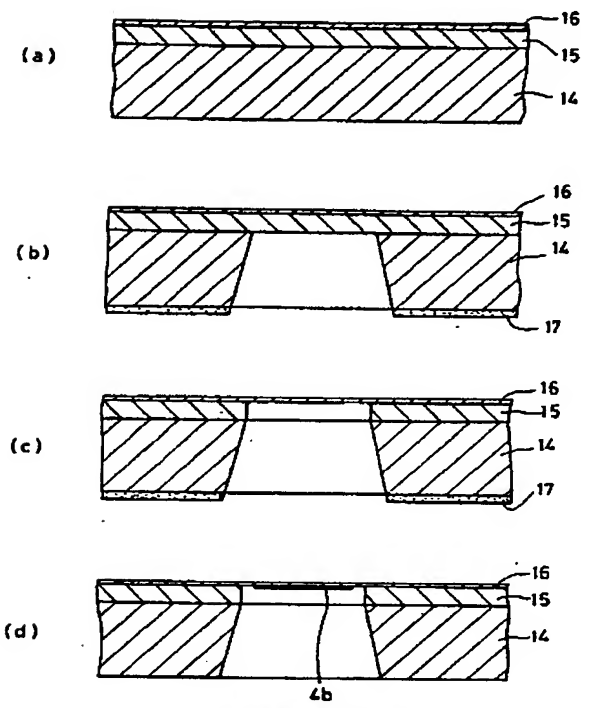
本発明のX線顕微鏡
第 1 図



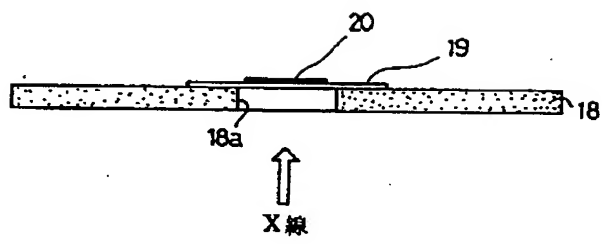
電子ズームインゲージ部
第 2 図



光電変換部
第 3 図



光電変換膜の形成工程
第 4 図



第 5 図